

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | |
|---|-----------|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : D21C 9/10, 5/00 | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/26127 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. Juni 1998 (18.06.98) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/06802 (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Dezember 1997 (05.12.97) (30) Prioritätsdaten: 196 51 099.6 9. Dezember 1996 (09.12.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): CONSORTIUM FÜR ELEKTROCHEMISCHE INDUSTRIE GMBH [DE/DE]; Zielstattstrasse 20, D-81379 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FREUDENREICH, Johannes [DE/DE]; Hackenstrasse 10, D-80331 München (DE). STOHRER, Jürgen [DE/DE]; Becker-Gundahl-Strasse 19, D-81479 München (DE). AMANN, Manfred [DE/DE]; Lerchenstrasse 3, D-85235 Odelzhausen (DE). MÜLLER, Robert [DE/DE]; Boschetsrieder Strasse 85b, D-81379 München (DE). (74) Anwälte: POTTEN, Holger usw.; Wacker-Chemie GmbH, Zentralbereich PML, Hanns-Seidel-Platz 4, D-81737 München (DE). | | (81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, JP, KR, NO, PL, RU, UA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i> |
| (54) Title: MULTICOMPONENT SYSTEM FOR MODIFYING, DECOMPOSING OR BLEACHING LIGNIN, LIGNIN-CONTAINING MATERIALS OR SIMILAR SUBSTANCES, AND PROCESS FOR USING THE SAME (54) Bezeichnung: MEHRKOMONENTENSYSYSTEM ZUM VERÄNDERN, ABBAU ODER BLEICHEN VON LIGNIN, LIGNINHALTIGEN MATERIALIEN ODER ÄHNLICHEN STOFFEN SOWIE VERFAHREN ZU SEINER ANWENDUNG (57) Abstract <p>A multicomponent system for modifying, decomposing or bleaching lignin, lignin-containing materials or similar substances contains (a) if required at least one oxidation catalyst, (b) at least one appropriate oxidising agent, and (c) at least one mediator characterised in that it is selected from the group composed of hydroxypyridine, aminopyridine, hydroxyquinoline, aminoquinoline, hydroxyisoquinoline, aminoisoquinoline, with nitroso or mercapto substituents at the ortho or para position with respect to the hydroxy or amino groups. Also disclosed are tautomers of said compounds, as well as their salts, ethers and esters.</p> (57) Zusammenfassung <p>Die Erfindung betrifft ein Mehrkomponentensystem zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen enthaltend a) ggf. mindestens einen Oxidationskatalysator und b) mindestens ein geeignetes Oxidationsmittel und c) mindestens einen Mediator, dadurch gekennzeichnet, daß der Mediator ausgewählt ist aus der Gruppe Hydroxypyridine, Aminopyridine, Hydroxychinoline, Aminochinoline, Hydroxyisochinoline, Aminoisochinoline, mit zu den Hydroxy- oder Aminogruppen ortho- oder para-ständigen Nitroso- oder Mercaptosubstituenten, Tautomere der genannten Verbindungen sowie deren Salze, Ether und Ester.</p> | | |

BEST AVAILABLE COPY

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------|----|------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidshan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | | Republik Mazedonien | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | ML | Mali | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MN | Mongolei | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MR | Mauretanien | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MW | Malawi | US | Vereinigte Staaten von |
| CA | Kanada | IT | Italien | MX | Mexiko | | Amerika |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CM | Kamerun | | Korea | PL | Polen | | |
| CN | China | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CU | Kuba | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CZ | Tschechische Republik | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| DE | Deutschland | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DK | Dänemark | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| EE | Estland | LR | Liberia | SG | Singapur | | |

Mehrkomponentensystem zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen sowie Verfahren zu seiner Anwendung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrkomponentensystem zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen sowie Verfahren zu seiner Anwendung.

10

Als heute hauptsächlich zur Zellstoffherstellung verwendete Verfahren sind das Sulfat- und das Sulfitverfahren zu nennen. Mit beiden Verfahren wird unter Kochung und unter Druck Zellstoff erzeugt. Das Sulfat-Verfahren arbeitet unter Zusatz von NaOH und Na_2S , während im Sulfit-Verfahren $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + \text{SO}_2$ zur Anwendung kommt.

15

Alle Verfahren haben als Hauptziel die Entfernung des Lignins aus dem verwendeten Pflanzenmaterial, Holz oder Einjahrespflanzen.

20

Das Lignin, das mit der Cellulose und der Hemicellulose den Hauptbestandteil des Pflanzenmaterials (Stengel oder Stamm) ausmacht, muß entfernt werden, da es sonst nicht möglich ist, nicht vergilbende und mechanisch hochbelastbare Papiere herzustellen.

25

Die Holzstofferzeugungsverfahren arbeiten mit Steinschleifern (Holzschliff) oder mit Refinern (TMP), die das Holz nach entsprechender Vorbehandlung (chemisch, thermisch oder chemisch-thermisch) durch Mahlen defibrillieren.

30

Diese Holzstoffe besitzen noch einen Großteil des Lignins. Sie werden v. a. für die Herstellung von Zeitungen, Illustrierten, etc. verwendet.

35

Seit einigen Jahren werden die Möglichkeiten des Einsatzes von Enzymen für den Ligninabbau erforscht. Der Wirkmechanismus

derartiger lignolytischer Systeme ist erst vor wenigen Jahren aufgeklärt worden, als es gelang, durch geeignete Anzuchtbedingungen und Induktorzusätze bei dem Weißfäulepilz *Phanerochaete chrysosporium* zu ausreichenden Enzymmengen zu kommen.

5 Hierbei wurden die bis dahin unbekannten Ligninperoxidasen und Manganperoxidasen entdeckt. Da *Phanerochaete chrysosporium* ein sehr effektiver Ligninabbauer ist, versuchte man dessen Enzyme zu isolieren und in gereinigter Form für den Ligninabbau zu verwenden. Dies gelang jedoch nicht, da sich herausstellte,
10 daß die Enzyme vor allem zu einer Repolymerisation des Lignins und nicht zu dessen Abbau führen.

Ähnliches gilt auch für andere lignolytische Enzymspezies wie Laccasen, die das Lignin mit Hilfe von Sauerstoff anstelle
15 von Wasserstoffperoxid oxidativ abbauen. Es konnte festgestellt werden, daß es in allen Fällen zu ähnlichen Prozessen kommt. Es werden nämlich Radikale gebildet, die wieder selbst miteinander reagieren und somit zur Polymerisation führen.

20 So gibt es heute nur Verfahren, die mit in-vivo Systemen arbeiten (Pilzsysteme). Hauptschwerpunkte von Optimierungsversuchen sind das sogenannte Biopulping und das Biobleaching.

Unter Biopulping versteht man die Behandlung von Holzhackschnitzeln mit lebenden Pilzsystemen.
25

Es gibt 2 Arten von Applikationsformen:

1. Vorbehandlung von Hackschnitzeln vor dem Refinern oder Mahlen zum Einsparen von Energie bei der Herstellung von Holzstoffen (z.B. TMP oder Holzschliff).
30

Ein weiterer Vorteil ist die meist vorhandene Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Stoffes, ein Nachteil die
35 schlechtere Endweiße.

2. Vorbehandlung von Hackschnitzeln (Softwood/Hardwood) vor der Zellstoffkochung (Kraftprozeß, Sulfitprozeß).

Hier ist das Ziel, die Reduzierung von Kochchemikalien, die Verbesserung der Kochkapazität und "extended cooking".

- 5 Als Vorteile werden auch eine verbesserte Kappareduzierung nach dem Kochen im Vergleich zu einem Kochen ohne Vorbehandlung erreicht.

10 Nachteile dieser Verfahren sind eindeutig die langen Behandlungszeiten (mehrere Wochen) und v.a. die nicht gelöste Kontaminierungsgefahr während der Behandlung, wenn man auf die wohl unwirtschaftliche Sterilisation der Hackschnitzel verzichten will.

- 15 Das Biobleaching arbeitet ebenfalls mit in-vivo Systemen. Der gekochte Zellstoff (Softwood/Hardwood) wird vor der Bleiche mit dem Pilz beimpft und für Tage bis Wochen behandelt. Nur nach dieser langen Behandlungszeit zeigt sich eine signifikante Kappazahlerniedrigung und Weißsteigerung, was den Prozeß
20 unwirtschaftlich für eine Implementierung in den gängigen Bleichsequenzen macht.

Eine weitere meist mit immobilisierten Pilzsystemen durchgeführte Applikation ist die Behandlung von Zellstofffabrikationsabwässern, insbesondere Bleichereiabwässern zu deren Entfärbung und Reduzierung des AOX (Reduzierung von chlorierten Verbindungen im Abwasser, die Chlor- oder Chlordioxid-Bleichstufen verursachen).

- 30 Darüber hinaus ist bekannt, Hemicellulasen u.a. Xylanasen, Mannanasen als "Bleichbooster" einzusetzen.

Diese Enzyme sollen hauptsächlich gegen das nach dem Kochprozeß das Restlignin zum Teil überdeckende reprecipitierte Xylan
35 wirken und durch dessen Abbau die Zugänglichkeit des Lignins für die in den nachfolgenden Bleichsequenzen angewendeten Bleichchemikalien (v.a. Chlordioxid) erhöhen. Die im Labor nachgewiesenen Einsparungen von Bleichchemikalien wurden in

großem Maßstab nur bedingt bestätigt, so daß man diesen Enzymtyp allenfalls als Bleichadditiv einstufen kann.

Als Cofaktor neben den lignolytischen Enzymen nimmt man Chelatsubstanzen (Siderophoren, wie Ammoniumoxalat) und Biotenside an.

10 In der Anmeldung PCT/EP87/00635 wird ein System zur Entfernung von Lignin aus lignincellulosehaltigem Material unter gleichzeitiger Bleiche beschrieben, welches mit lignolytischen Enzymen aus Weißfäulepilzen unter Zusatz von Reduktions- und Oxidationsmitteln und phenolischen Verbindungen als Mediatoren arbeitet.

15 In der DE 4008893C2 werden zusätzlich zu Red/Ox-System "Mimic Substanzen", die das aktive Zentrum (prothetische Gruppe) von lignolytischen Enzymen simulieren, zugesetzt. So konnte eine erhebliche Performanceverbesserung erzielt werden.

20 In der Anmeldung PCT/EP92/01086 wird als zusätzliche Verbesserung eine Redoxkaskade mit Hilfe von im Oxidationspotential "abgestimmten" phenolischen oder nichtphenolischen Aromaten eingesetzt.

25 Bei allen drei Verfahren ist die Limitierung für einen großtechnischen Einsatz die Anwendbarkeit bei geringen Stoffdichten (bis maximal 4%) und bei den beiden letzten Anmeldungen die Gefahr des "Ausleachens" von Metallen beim Einsatz der Chelatverbindungen, die v.a. bei nachgeschalteten Peroxidbleichstufen zur Zerstörung des Peroxids führen können.

Aus WO/12619, WO 94/12620 und WO 94/12621 sind Verfahren bekannt, bei welchen die Aktivität von Peroxidase mittels sogenannter Enhancer-Substanzen gefördert werden.

35

Die Enhancer-Substanzen werden in WO 94/12619 anhand ihrer Halbwertslebensdauer charakterisiert.

Gemäß WO 94/12620 sind Enhancer-Substanzen durch die Formel $A=N-N=B$ charakterisiert, wobei A und B jeweils definierte cyclische Reste sind.

- 5 Gemäß WO 94/12620 sind Enhancer-Substanzen organische Chemikalien, die mindestens zwei aromatische Ringe enthalten, von denen zumindest einer mit jeweils definierten Resten substituiert ist.
- 10 Alle drei Anmeldungen betreffen "dye transfer inhibition" und den Einsatz der jeweiligen Enhancer-Substanzen zusammen mit Peroxidasen als Detergent-Additiv oder Detergent-Zusammensetzung im Waschmittelbereich. Zwar wird in der Beschreibung der Anmeldung auf eine Verwendbarkeit zum Behandeln von Lignin
- 15 verwiesen, aber eigene Versuche mit den in den Anmeldungen konkret offenbarten Substanzen zeigten, daß sie als Mediatoren zur Steigerung der Bleichwirkung der Peroxidasen beim Behandeln von ligninhaltigen Materialien keine Wirkung zeigten!
- 20 WO 94/29510 beschreibt ein Verfahren zur enzymatischen Delignifizierung, bei dem Enzyme zusammen mit Mediatoren eingesetzt werden. Als Mediatoren werden allgemein Verbindungen mit der Struktur NO-, NOH- oder HRNOH offenbart.
- 25 Von den in WO 94/29510 aufgeführten Mediatoren liefert 1-Hydroxy-1H-benzotriazole (HBT) die besten Ergebnisse in der Delignifizierung. HBT hat jedoch verschiedene Nachteile:

Es ist nur zu hohen Preisen und nicht in hinreichenden Mengen

30 verfügbar.

Es reagiert unter Delignifizierungsbedingungen zu 1H-Benzotriazol. Diese Verbindung ist relativ schlecht abbaubar und kann in größeren Mengen eine beträchtliche Umweltbelastung darstellen. Es führt in gewissem Umfang zu einer Schädigung von Enzymen. Seine Delignifizierungsgeschwindigkeit ist

35 nicht allzu hoch.

Es ist daher wünschenswert, Systeme zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen zur Verfügung zu stellen, die die genannten Nachteile nicht oder in geringerem Maße aufweisen.

5

Die vorliegende Erfindung betrifft daher ein Mehrkomponentensystem zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen enthaltend

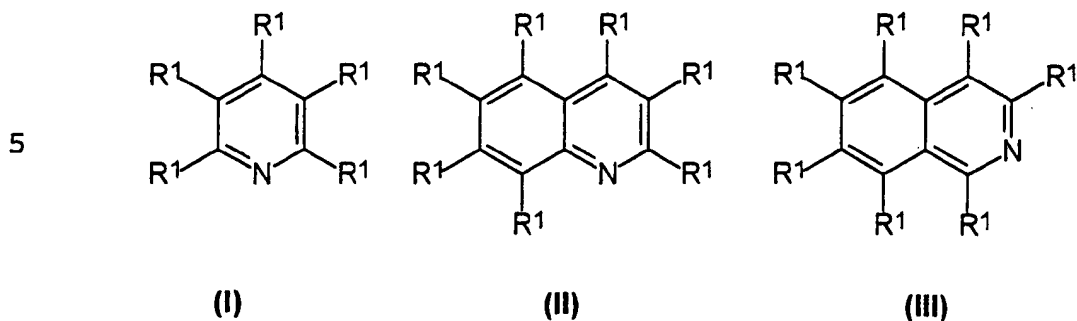
- a. ggf. mindestens einen Oxidationskatalysator und
- 10 b. mindestens ein geeignetes Oxidationsmittel und
- c. mindestens einen Mediator, dadurch gekennzeichnet, daß der Mediator ausgewählt ist aus der Gruppe Hydroxypyridine, Aminopyridine, Hydroxychinoline, Aminochinoline, Hydroxyisochinoline, Aminoisochinoline, mit zu den Hydroxy- oder Aminogruppen ortho- oder para-ständigen Nitroso- oder Mercapto-
- 15 substituenten, Tautomere der genannten Verbindungen sowie deren Salze, Ether und Ester.

Überraschend wurde gefunden, daß das erfindungsgemäße Mehrkomponentensystem mit den genannten Mediatoren nicht die Nachteile der aus dem Stand der Technik bekannten Mehrkomponentensysteme aufweisen.

Bevorzugt sind als Mediatoren im erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystem Verbindungen der allgemeinen Formel (I), (II) oder (III)

30

35



10

sowie Tautomere, Salze, Ether oder Ester der genannten Verbindungen vorhanden, wobei in den Formeln I, II oder III zwei zueinander ortho- oder para- ständige Reste R¹ Hydroxy- und Nitroso- oder Hydroxy- und Mercapto- oder Nitroso- und Aminoreste bedeuten

15

und die übrigen Reste R¹ gleich oder verschieden sind und ausgewählt sind aus der Gruppe Wasserstoff-, Halogen-, Hydroxy-, Mercapto-, Formyl-, Cyano-, Carbamoyl-, Carboxyrest, Ester und Salz des Carboxyrests, Sulfonoreste, Ester und Salz des Sulfonorests, Sulfamoyl-, Nitro-, Nitroso-, Amino-, Phenyl-, Aryl-C₁-C₅-alkyl-, C₁-C₁₂-Alkyl-, C₁-C₅-Alkoxy-, C₁-C₁₀-Carbonyl-, Carbonyl-C₁-C₆-alkyl-, Phospho-, Phosphono-, Phosphono-oxyrest, Ester und Salz des Phosphonooxyrests und wobei Carbamoyl-, Sulfamoyl-, Amino-, Mercapto- und Phenylreste unsubstituiert oder ein- oder mehrfach mit einem Rest R² substituiert sein können und

20

25

die Aryl-C₁-C₅-alkyl-, C₁-C₁₂-Alkyl-, C₁-C₅-Alkoxy-, C₁-C₁₀-Carbonyl-, Carbonyl-C₁-C₆-alkylreste gesättigt oder ungesättigt, verzweigt oder unverzweigt sein können und mit einem Rest R² ein- oder mehrfach substituiert sein können, wobei R² gleich oder verschieden ist und Hydroxy-, Formyl-, Cyano-, Carboxyrest, Ester oder Salz des Carboxyrests, Carbamoyl-, Sulfono-, Sulfamoyl-, Nitro-, Nitroso-, Amino-, Phenyl-, C₁-C₅-Alkyl-, C₁-C₅-Alkoxyrest oder C₁-C₅-Alkylcarbonylrest bedeutet und

30

35

je zwei Reste R¹ oder zwei Reste R² oder R¹ und R² paarweise über eine Brücke [-CR³R⁴-]_m mit m gleich 1, 2, 3 oder 4 verknüpft sein können und

R^3 und R^4 gleich oder verschieden sind und Carboxyrest, Ester oder Salz des Carboxyrests, Phenyl-, C_1 - C_5 -Alkyl-, C_1 - C_5 -Alkoxyrest oder C_1 - C_5 -Alkylcarbonylrest bedeuten und eine oder mehrere nicht benachbarte Gruppen $[-CR^3R^4-]$ durch Sauerstoff, Schwefel oder einen ggf. mit C_1 - C_5 -Alkyl- substituierten Iminorest und zwei benachbarte Gruppen $[-CR^3R^4-]$ durch eine Gruppe $[-CR^3=R^4-]$ ersetzt sein können.

Als Mediatoren im erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystem besonders bevorzugt sind Verbindungen der allgemeinen Formel (I) oder (II) sowie deren Tautomere, Salze, Ether oder Ester, wobei in den Formeln (I) und (II) besonders bevorzugt zwei zueinander ortho- ständige Reste R^1 Hydroxy- und Nitroso- oder Hydroxy- und Mercapto- oder Nitroso- und Aminorest bedeuten und

die übrigen Reste R^1 gleich oder verschieden sind und ausgewählt sind aus der Gruppe Wasserstoff-, Hydroxy-, Mercapto-, Formyl-, Carbamoyl-, Carboxyrest, Ester und Salz des Carboxyrests, Sulfonorest, Ester und Salz des Sulfonorests, Sulfamoyl-, Nitro-, Nitroso-, Amino-, Phenyl-, Aryl- C_1 - C_5 -alkyl-, C_1 - C_5 -Alkyl-, C_1 - C_5 -Alkoxy-, C_1 - C_5 -Carbonyl-, Carbonyl- C_1 - C_6 -alkyl-, Phospho-, Phosphono-, Phosphono-oxyrest, Ester und Salz des Phosphonooxyrests wobei

Carbamoyl-, Sulfamoyl-, Amino-, Mercapto- und Phenylreste unsubstituiert oder ein- oder mehrfach mit einem Rest R^2 substituiert sein können und

die Aryl- C_1 - C_5 -alkyl-, C_1 - C_5 -Alkyl-, C_1 - C_5 -Alkoxy-, C_1 - C_5 -Carbonyl-, Carbonyl- C_1 - C_6 -alkyl-Reste gesättigt oder ungesättigt, verzweigt oder unverzweigt sein können und mit einem Rest R^2 ein- oder mehrfach substituiert sein können, wobei R^2 die bereits genannten Bedeutungen hat und je zwei Reste R^1 paarweise über eine Brücke $[-CR^3R^4-]_m$ mit m gleich 2, 3 oder 4 verknüpft sein können und

R^3 und R^4 die bereits genannten Bedeutungen haben und eine oder mehrere nicht benachbarte Gruppen $[-CR^3R^4-]$ durch Sauerstoff oder einen ggf. mit C_1 - C_5 -Alkyl- substituierten Iminorest ersetzt sein können.

Beispiele für Verbindungen, die im erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystem als Mediatoren (Komponente c) eingesetzt werden können, sind 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin,

- 5 2,3-Dihydroxy-4-nitrosopyridin,
2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin-4-carbonsäure,
2,4-Dihydroxy-3-nitrosopyridin, 3-Hydroxy-2-mercaptopyridin,
2-Hydroxy-3-mercaptopyridin, 2,6-Diamino-3-nitrosopyridin,
2,6-Diamino-3-nitroso-pyridin-4-carbonsäure,
10 2-Hydroxy-3-nitrosopyridin, 3-Hydroxy-2-nitrosopyridin,
2-Mercapto-3-nitrosopyridin, 3-Mercapto-2-nitrosopyridin,
2-Amino-3-nitrosopyridin, 3-Amino-2-nitrosopyridin,
2,4-Dihydroxy-3-nitrosochinolin, 8-Hydroxy-5-nitrosochinolin,
2,3-Dihydroxy-4-nitrosochinolin,
15 3-Hydroxy-4-nitrosoisochinolin,
4-Hydroxy-3-nitrosoisochinolin, 8-Hydroxy-5-nitrosoisochinolin
sowie Tautomere dieser Verbindungen.

- Als Mediatoren sind bevorzugt 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin,
20 2,6-Diamino-3-nitrosopyridin,
2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin-4-carbonsäure,
2,4-Dihydroxy-3-nitrosopyridin, 2-Hydroxy-3-mercaptopyridin,
2-Mercapto-3-pyridinol, 2,4-Dihydroxy-3-nitrosochinolin,
8-Hydroxy-5-nitrosochinolin, 2,3-Dihydroxy-4-nitrosochinolin
25 sowie Tautomere dieser Verbindungen.

Das erfindungsgemäße Mehrkomponentensystem enthält Mediatoren, die kostengünstiger als die aus dem Stand der Technik bekannten Mediatoren, insbesondere kostengünstiger als HBT sind.

30

Darüber hinaus wird bei Einsatz der erfindungsgemäßen Mediatoren eine Steigerung der Delignifizierungsgeschwindigkeit erzielt.

- 35 Vorzugsweise umfaßt das erfindungsgemäße Mehrkomponentensystem mindestens einen Oxidationskatalysator.

Als Oxidationskatalysatoren werden im erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystem bevorzugt Enzyme eingesetzt. Im Sinne der Erfindung umfaßt der Begriff Enzym auch enzymatisch aktive Proteine oder Peptide oder prosthetische Gruppen von Enzymen.

5

Als Enzym können im erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystem Oxidoreduktasen der Klassen 1.1.1 bis 1.97 gemäß Internationaler Enzym-Nomenklature, Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (Enzyme Nomenclature, Academic Press, Inc., 1992, S. 24-154) eingesetzt werden.

Vorzugsweise werden Enzyme der im folgenden genannten Klassen eingesetzt:

15 Enzyme der Klasse 1.1, die alle Dehydrogenasen, die auf primäre, sekundäre Alkohole und Semiacetale wirken, umfassen und die als Akzeptoren NAD^+ oder NADP^+ (Subklasse 1.1.1), Cytochrome (1.1.2), Sauerstoff (O_2) (1.1.3), Disulfide (1.1.4), Chinone (1.1.5) oder die andere Akzeptoren haben (1.1.99).

20

Aus dieser Klasse sind besonders bevorzugt die Enzyme der Klasse 1.1.5 mit Chinonen als Akzeptoren und die Enzyme der Klasse 1.1.3 mit Sauerstoff als Akzeptor.

25 Insbesondere bevorzugt in dieser Klasse ist Cellobiose: quinone-1-oxidoreduktase (1.1.5.1).

Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.2. Diese Enzymklasse umfaßt solche Enzyme, die Aldehyde zu den korrespondierenden Säuren oder Oxo-Gruppen oxidieren. Die Akzeptoren können NAD^+ , NADP^+ (1.2.1), Cytochrome (1.2.2), Sauerstoff (1.2.3), Sulfide (1.2.4), Eisen-Schwefel-Proteine (1.2.5) oder andere Akzeptoren (1.2.99) sein.

35 Besonders bevorzugt sind hier die Enzyme der Gruppe (1.2.3) mit Sauerstoff als Akzeptor.

Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.3.

In dieser Klasse sind Enzyme zusammengefaßt, die auf CH-CH-Gruppen des Donors wirken.

- 5 Die entsprechenden Akzeptoren sind NAD^+ , NADP^+ (1.3.1), Cytochrome (1.3.2), Sauerstoff (1.3.3), Chinone oder verwandte Verbindungen (1.3.5), Eisen-Schwefel-Proteine (1.3.7) oder andere Akzeptoren (1.3.99).
- 10 Besonders bevorzugt ist die Bilirubinoxidase (1.3.3.5).

Hier sind ebenfalls die Enzyme der Klasse (1.3.3) mit Sauerstoff als Akzeptor und (1.3.5) mit Chinonen etc. als Akzeptor besonders bevorzugt.

15

Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.4, die auf CH-NH_2 -Gruppen des Donors wirken.

- 20 Die entsprechenden Akzeptoren sind NAD^+ , NADP^+ (1.4.1), Cytochrome (1.4.2), Sauerstoff (1.4.3), Disulfide (1.4.4), Eisen-Schwefel-Proteine (1.4.7) oder andere Akzeptoren (1.4.99).

Besonders bevorzugt sind auch hier Enzyme der Klasse 1.4.3 mit Sauerstoff als Akzeptor.

25

Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.5, die auf CH-NH-Gruppen des Donors wirken. Die entsprechenden Akzeptoren sind NAD^+ , NADP^+ (1.5.1), Sauerstoff (1.5.3), Disulfide (1.5.4), Chinone (1.5.5) oder andere Akzeptoren (1.5.99).

30

Auch hier sind besonders bevorzugt Enzyme mit Sauerstoff (O_2) (1.5.3) und mit Chinonen (1.5.5) als Akzeptoren.

- 35 Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.6, die auf NADH oder NADPH wirken.

Die Akzeptoren sind hier NADP^+ (1.6.1), Hämproteine (1.6.2), Disulfide (1.6.4), Chinone (1.6.5), NO_2 -Gruppen (1.6.6), und ein Flavin (1.6.8) oder einige andere Akzeptoren (1.6.99).

- 5 Besonders bevorzugt sind hier Enzyme der Klasse 1.6.5 mit Chinonen als Akzeptoren.

Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.7, die auf andere NO_2 -Verbindungen als Donatoren wirken und als Akzeptoren Cytochrome (1.7.2), Sauerstoff (O_2) (1.7.3), Eisen-Schwefel-Proteine (1.7.7) oder andere (1.7.99) haben.

Hier sind besonders bevorzugt die Klasse 1.7.3 mit Sauerstoff als Akzeptor.

15

Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.8, die auf Schwefelgruppen als Donatoren wirken und als Akzeptoren NAD^+ , NADP^+ (1.8.1), Cytochrome (1.8.2), Sauerstoff (O_2) (1.8.3), Disulfide (1.8.4), Chinone (1.8.5), Eisen-Schwefel-Proteine (1.8.7)

20 oder andere (1.8.99) haben.

Besonders bevorzugt ist die Klasse 1.8.3 mit Sauerstoff (O_2) und (1.8.5) mit Chinonen als Akzeptoren.

25 Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.9, die auf Hämgruppen als Donatoren wirken und als Akzeptoren Sauerstoff (O_2) (1.9.3), NO_2 -Verbindungen (1.9.6) und andere (1.9.99) haben.

30 Besonders bevorzugt ist hier die Gruppe 1.9.3 mit Sauerstoff (O_2) als Akzeptor (Cytochromoxidasen).

Weiterhin bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.12, die auf Wasserstoff als Donor wirken.

35

Die Akzeptoren sind NAD^+ oder NADP^+ (1.12.1) oder andere (1.12.99).

Desweiteren bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.13 und 1.14 (Oxygenasen).

Weiterhin sind bevorzugte Enzyme die der Klasse 1.15, die auf
5 Superoxid-Radikale als Akzeptoren wirken.

Besonders bevorzugt ist hier die Superoxid-Dismutase (1.15.1.1).

10 Weiterhin sind bevorzugt Enzyme der Klasse 1.16.

Als Akzeptoren wirken NAD^+ oder NADP^+ (1.16.1) oder Sauerstoff (O_2) (1.16.3).

15 Besonders bevorzugt sind hier Enzyme der Klasse 1.16.3.1 (Ferroxidase, z.B. Ceruloplasmin).

Weiterhin bevorzugte Enzyme sind diejenigen, die der Gruppe 1.17 (Wirkung auf CH_2 -Gruppen, die zu -CHOH- oxidiert werden),
20 1.18 (Wirkung auf reduziertes Ferredoxin als Donor), 1.19 (Wirkung auf reduziertes Flavodoxin als Donor) und 1.97 (andere Oxidoreduktasen) angehören.

Weiterhin besonders bevorzugt sind die Enzyme der Gruppe 1.11.
25 die auf ein Peroxid als Akzeptor wirken. Diese einzige Subklasse (1.11.1) enthält die Peroxidasen.

Besonders bevorzugt sind hier die Cytochrom-C-Peroxidasen (1.11.1.5), Catalase (1.11.1.6), die Peroxydase (1.11.1.6),
30 die Iodid-Peroxidase (1.11.1.8), die Glutathione-Peroxidase (1.11.1.9), die Chlorid-Peroxidase (1.11.1.10), die L-Ascorbat-Peroxidase (1.11.1.11), die Phospholipid-Hydroperoxid-Glutathione-Peroxidase (1.11.1.12), die Mangan-Peroxidase (1.12.1.13), die Diarylpropan-Peroxidase (Ligninase, Lignin-
35 Peroxidase) (1.11.1.14).

Ganz besonders bevorzugt sind Enzyme der Klasse 1.10, die auf Biphenole und verwandten Verbindungen wirken. Sie katalysieren

die Oxidation von Biphenolen und Ascorbaten. Als Akzeptoren fungieren NAD^+ , NADP^+ (1.10.1), Cytochrome (1.10.2), Sauerstoff (1.10.3) oder andere (1.10.99).

- 5 Von diesen wiederum sind Enzyme der Klasse 1.10.3 mit Sauerstoff (O_2) als Akzeptor besonders bevorzugt.

Von den Enzymen dieser Klasse sind die Enzyme Catechol Oxidase (Tyrosinase) (1.10.3.1), L-Ascorbate Oxidase (1.10.3.3), o-A-
10 minophenol Oxidase (1.10.3.4) und Laccase (Benzoldiol: Oxygen Oxidoreduktase) (1.10.3.2) bevorzugt, wobei die Laccasen (Benzoldiol: Oxygen Oxidoreduktase) (1.10.3.2) insbesondere bevorzugt sind.

- 15 Die genannten Enzyme sind käuflich erhältlich oder lassen sich nach Standardverfahren gewinnen. Als Organismen zur Produktion der Enzyme kommen beispielsweise Pflanzen, tierische Zellen, Bakterien und Pilze in Betracht. Grundsätzlich können sowohl natürlich vorkommende als auch gentechnisch veränderte Orga-
20 nismen Enzymproduzenten sein. Ebenso sind Teile von einzelligen oder mehrzelligen Organismen als Enzymproduzenten denkbar, vor allem Zellkulturen.

Für die insbesondere bevorzugten Enzyme, wie die aus der Gruppe 25 1.11.1 vor allem aber 1.10.3 und insbesondere zur Produktion von Laccasen werden beispielsweise Weißfäulepilze wie Pleurotus, Phlebia und Trametes verwendet.

- Das erfindungsgemäße Mehrkomponentensystem umfaßt mindestens
30 ein Oxidationsmittel. Als Oxidationsmittel können beispielsweise Luft, Sauerstoff, Ozon, H_2O_2 , organische Peroxide, Persäuren wie die Peressigsäure, Perameisensäure, Perschwefelsäure, Persalpetersäure, Metachlorperoxibenzosäure, Perchlorsäure, Perborate, Peracetate, Persulfate, Peroxide oder Sauerstoffspezies und deren Radikale wie OH, OOH, Singulett-sauerstoff, Superoxid (O_2^-), Ozonid, Dioxygenyl-Kation (O_2^+), Dioxirane, Dioxetane oder Fremy Radikale eingesetzt werden.
35

Vorzugsweise werden solche Oxidationsmittel eingesetzt, die entweder durch die entsprechenden Oxidoreduktasen generiert werden können z.B. Dioxirane aus Laccasen plus Carbonylen oder die chemisch den Mediator regenerieren können oder diesen direkt umsetzen können.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung von Substanzen, welche erfindungsgemäß als Mediatoren geeignet sind zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen.

Die Wirksamkeit des Mehrkomponentensystems beim Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen ist häufig nochmals gesteigert, wenn neben den genannten Bestandteilen noch Mg^{2+} Ionen vorhanden sind. Die Mg^{2+} Ionen können beispielsweise als Salz, wie z.B. $MgSO_4$, eingesetzt werden. Die Konzentration liegt im Bereich von 0,1 - 2 mg/g ligninhaltigem Material, vorzugsweise bei 0,2 - 0,6 mg/g.

In manchen Fällen läßt sich eine weitere Steigerung der Wirksamkeit des erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystems dadurch erreichen, daß das Mehrkomponentensystem neben den Mg^{2+} Ionen auch Komplexbildner wie z.B. Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA), Diethylentriaminpentaessigsäure (DTPA), Hydroxyethylendiamintriessigsäure (HEDTA), Diethylentriaminpentamethylendiphosphonsäure (DTMPA), Nitrilotriessigsäure (NTA), Polyphosphorsäure (PPA) etc. enthält. Die Konzentration liegt im Bereich von 0,2 - 5 mg/g ligninhaltigem Material, vorzugsweise bei 1 - 3 mg.

Der Einsatz des erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystems in einem Verfahren zu Behandeln von Lignin erfolgt beispielsweise dadurch, daß man die jeweils ausgewählten Komponenten a) bis c) gemäß Anspruch 1 gleichzeitig oder in beliebiger Reihenfolge mit einer wässrigen Suspension des ligninhaltigen Materials mischt.

Vorzugsweise wird ein Verfahren unter Einsatz des erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystems in Gegenwart von Sauerstoff oder Luft bei Normaldruck bis 10 bar und in einem pH-Bereich von 2 bis 11, bei einer Temperatur von 20 bis 95°C, vorzugsweise 40 - 95°C, und einer Stoffdichte von 0,5 bis 40 % durchgeführt.

Ein für den Einsatz von Enzymen bei der Zellstoffbleiche ungewöhnlicher und überraschender Befund ist, daß beim Einsatz des erfindungsgemäßen Mehrkomponentensystems eine Steigerung der Stoffdichte eine erhebliche Steigerung der Kappaerniedrigung ermöglicht.

Aus ökonomischen Gründen bevorzugt wird ein erfindungsgemäßes Verfahren bei Stoffdichten von 8 bis 35 %, besonders bevorzugt 9 bis 15 % durchgeführt.

Überraschenderweise zeigte sich ferner, daß eine saure Wäsche (pH 2 bis 6, vorzugsweise 4 bis 5) oder Q-Stufe (pH-Wert 2 bis 6, vorzugsweise 4 bis 5) vor der Enzym-Mediatorstufe bei manchen Zellstoffen zu einer erheblichen Kappazahlerniedrigung im Vergleich zur Behandlung ohne diese spezielle Vorbehandlung führt. In der Q-Stufe werden als Chelatbildner die zu diesem Zwecke üblichen Substanzen (wie z.B. EDTA, DTPA) eingesetzt. Sie werden vorzugsweise in Konzentrationen von 0,1 % bis 1 % (w/w bezogen auf trockenen Zellstoff), besonders bevorzugt 0,1 % bis 0,5 % (w/w bezogen auf trockenen Zellstoff), eingesetzt.

Im erfindungsgemäßen Verfahren werden vorzugsweise 0,01 bis 100.000 IU Enzym pro g ligninhaltiges Material eingesetzt. Besonders bevorzugt werden 0,1 bis 100 insbesondere bevorzugt werden 1 bis 40 IU Enzym pro g ligninhaltiges Material eingesetzt (1 U entspricht dem Umsatz von 1 µmol 2,2'-Azino-bis(3-ethyl-benzothiazolin-6-sulfonsäure-diammoniumsalz) (ABTS) / min / ml Enzym

Im erfindungsgemäßen Verfahren werden vorzugsweise 0,01 mg bis 100 mg Oxidationsmittel pro g ligninhaltigem Material eingesetzt. Besonders bevorzugt werden 0,01 bis 50 mg Oxidationsmittel pro g ligninhaltigem Material eingesetzt.

5

Im erfindungsgemäßen Verfahren werden vorzugsweise 0,5 bis 80 mg Mediator pro g ligninhaltigem Material eingesetzt. Besonders bevorzugt werden 0,5 bis 40 mg Mediator pro g ligninhaltigem Material eingesetzt.

10

Gleichzeitig können Reduktionsmittel zugegeben werden, die zusammen mit den vorhandenen Oxidationsmitteln zur Einstellung eines bestimmten Redoxpotentials dienen.

15 Als Reduktionsmittel können Natrium-Bisulfit, Natrium-Dithionit, Ascorbinsäure, Thioverbindungen, Mercaptoverbindungen oder Glutathion etc. eingesetzt werden.

Die Reaktion läuft beispielsweise bei Laccase unter Luft- oder
20 Sauerstoffzufuhr oder Sauerstoff- bzw. Luftüberdruck ab, bei den Peroxidasen (z.B. Ligninperoxidasen, Manganperoxidasen) mit Wasserstoffperoxid. Dabei können beispielsweise der Sauerstoff auch durch Wasserstoffperoxid + Katalase und Wasserstoffperoxid durch Glucose + GOD oder andere Systeme in situ
25 generiert werden.

Außerdem können dem System Radikalbildner oder Radikalfänger (Abfangen von beispielsweise OH oder OOH Radikalen) zugesetzt werden. Diese können das Zusammenspiel innerhalb der Red/Ox-
30 und Radikalmediatoren verbessern.

Der Reaktionslösung können auch weitere Metallsalze zugegeben werden.

35 Diese sind im Zusammenwirken mit Chelatbildnern als Radikalbildner oder Red/Ox-Zentren wichtig. Die Salze bilden in der Reaktionslösung Kationen. Solche Ionen sind u.a. Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} , Cu^{2+} , Ca^{2+} , Ti^{3+} , Ce^{4+} , Al^{3+} .

Die in der Lösung vorhandenen Chelate können darüber hinaus als Mimicsubstanzen für die Enzyme, beispielsweise für die Laccasen (Kupferkomplexe) oder für die Lignin- oder Manganper-
5 oxidasen (Hämkomplexe) dienen. Unter Mimicsubstanzen sind solche Stoffe zu verstehen, die die prosthetischen Gruppen von (hier) Oxidoreduktasen simulieren und z.B. Oxidationsreaktionen katalysieren können.

- 10 Weiterhin kann dem Reaktionsgemisch NaOCl zugesetzt werden. Diese Verbindung kann im Zusammenspiel mit Wasserstoffperoxid Singulett-sauerstoff bilden.

Schließlich ist es auch möglich, unter Einsatz von Detergenti-
15 en zu arbeiten. Als solche kommen nicht-ionische, anionische, kationische und amphotere Tenside in Betracht. Die Detergentien können die Penetration der Enzyme und Mediatoren in die Faser verbessern.

- 20 Ebenso kann es für die Reaktion förderlich sein, Polysaccharide und/oder Proteine zuzusetzen. Hier sind insbesondere als Polysaccharide Glucane, Mannane, Dextrane, Lävane, Pektine, Alginate oder Pflanzengummis und/oder eigene von den Pilzen gebildete oder in der Mischkultur mit Hefen produzierte Poly-
25 saccharide und als Proteine Gelantine und Albumin zu nennen.

Diese Stoffe dienen hauptsächlich als Schutzkolloide für die Enzyme.

- 30 Weitere Proteine, die zugesetzt werden können, sind Proteasen wie Pepsin, Bromelin, Papain usw.. Diese können u.a. dazu dienen, durch den Abbau des im Holz vorhandenen Extensins C, hydroxyprolinreiches Protein, einen besseren Zugang zum Lignin zu erreichen.

35

Als weitere Schutzkolloide kommen Aminosäuren, Einfachzucker, Oligomerzucker, PEG-Typen der verschiedensten

Molekulargewichte, Polyethylenoxide, Polyethylenimine und Polydimethylsiloxane in Frage.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann nicht nur bei der Delignifizierung (Bleiche) von Sulfat-, Sulfit-, Organosol-, o.a. Zellstoffen und von Holzstoffen eingesetzt werden, sondern auch bei der Herstellung von Zellstoffen allgemein, sei es aus Holz- oder Einjahrespflanzen, wenn eine Defibrillierung durch die üblichen Kochverfahren (verbunden eventuell mit mechanischen Verfahren oder Druck) d.h. eine sehr schonende Kochung bis zu Kappazahlen, die im Bereich von ca. 50 - 120 Kappa liegen können, gewährleistet ist.

Bei der Bleiche von Zellstoffen wie auch bei der Herstellung von Zellstoffen kann die Behandlung mehrfach wiederholt werden, entweder nach Wäsche und Extraktion des behandelten Stoffes mit NaOH oder ohne diese Zwischenschritte. Dies führt zu noch wesentlich weiter reduzierbaren Kappawerten und zu erheblichen Weißsteigerungen. Ebenso kann vor der Enzym/Mediatorbehandlung eine O₂-Stufe eingesetzt werden oder auch wie bereits erwähnt eine saure Wäsche oder Q-Stufe (Chelatstufe) ausgeführt werden.

Im folgenden wird Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert:

30

Beispiel 1

Enzymatische Bleiche mit 8-Hydroxy-5-nitrosochinolin und Softwood Sulfatzellstoff

35 5 g atro Zellstoff (Softwood O₂ delignifiziert), Stoffdichte 30% (ca. 17 g feucht) werden zu folgenden Lösungen gegeben:
A) 20 ml Leitungswasser werden mit 65,3 mg 8-Hydroxy-5-nitrosochinolin unter Rühren versetzt, der pH-Wert

mit 0,5 mol/l H_2SO_4 -Lsg. so eingestellt, daß nach Zugabe des Zellstoffs und des Enzyms pH 4,5 resultiert.

B) 5 ml Leitungswasser werden mit der Menge Laccase von *Trametes versicolor* versetzt, daß eine Aktivität von 15 U (1 U = Umsatz von 1 μ mol ABTS/min/ml Enzym) pro g Zellstoff resultiert.

Die Lösungen A und B werden zusammen gegeben und auf 33 ml aufgefüllt.

Nach Zugabe des Zellstoffes wird für 2 min mit einem Teigknetter gemixt.

Danach wird der Stoff in eine auf 45°C vorgeheizte Reaktionsbombe gegeben und unter 1 - 10 bar Sauerstoffüberdruck für 1 - 4 Stunden inkubiert.

Danach wird der Stoff über einem Nylonsieb (30 μ m) gewaschen und 1 Stunde bei 60°C, 2% Stoffdichte und 8% NaOH pro g Zellstoff extrahiert.

Nach erneuter Wäsche des Stoffes wird die Kappazahl bestimmt. Ergebnis vergl. Tabelle 1

20

Beispiel 2

Enzymatische Bleiche mit 2,4-Dihydroxy-3-nitrosopyridin und Softwood Sulfatzellstoff

25 5 g atro Zellstoff (Softwood O_2 delignifiziert), Stoffdichte 30% (ca. 17 g feucht) werden zu folgenden Lösungen gegeben:

A) 20 ml Leitungswasser werden mit 61,2 mg 2,4-Dihydroxy-3-nitrosopyridin unter Rühren versetzt, der pH-Wert mit 0,5 mol/l H_2SO_4 -Lsg. so eingestellt, daß nach Zugabe des Zellstoffs und des Enzyms pH 4,5 resultiert.

B) 5 ml Leitungswasser werden mit der Menge Laccase von *Trametes versicolor* versetzt, daß eine Aktivität von 15 U (1 U = Umsatz von 1 μ mol ABTS/min/ml Enzym) pro g Zellstoff resultiert.

35 Die Lösungen A und B werden zusammen gegeben und auf 33 ml aufgefüllt.

Nach Zugabe des Zellstoffes wird für 2 min mit einem Teigknetter gemixt.

Danach wird der Stoff in eine auf 45°C vorgeheizte Reaktionsbombe gegeben und unter 1 - 10 bar Sauerstoffüberdruck für 1 - 4 Stunden inkubiert.

Danach wird der Stoff über einem Nylonsieb (30 µm) gewaschen und 1 Stunde bei 60°C, 2% Stoffdichte und 8% NaOH pro g Zellstoff extrahiert.

Nach erneuter Wäsche des Stoffes wird die Kappazahl bestimmt. Ergebnis vergl. Tabelle 1

10

Beispiel 3

Enzymatische Bleiche mit 3-Hydroxy-2-mercaptopyridin und Softwood Sulfatzellstoff

15 5 g atro Zellstoff (Softwood O₂ delignifiziert), Stoffdichte 30% (ca. 17 g feucht) werden zu folgenden Lösungen gegeben:

A) 20 ml Leitungswasser werden mit 47,7 mg 3-Hydroxy-2-mercaptopyridin unter Rühren versetzt, der pH-Wert mit 0,5 mol/l H₂SO₄-Lsg. so eingestellt, daß nach Zugabe des Zellstoffs und des Enzyms pH 4,5 resultiert.

20 B) 5 ml Leitungswasser werden mit der Menge Laccase von Trametes versicolor versetzt, daß eine Aktivität von 15 U (1 U = Umsatz von 1 µmol ABTS/min/ml Enzym) pro g Zellstoff resultiert.

25 Die Lösungen A und B werden zusammen gegeben und auf 33 ml aufgefüllt.

Nach Zugabe des Zellstoffes wird für 2 min mit einem Teigknetter gemixt.

30 Danach wird der Stoff in eine auf 45°C vorgeheizte Reaktionsbombe gegeben und unter 1 - 10 bar Sauerstoffüberdruck für 1 - 4 Stunden inkubiert.

Danach wird der Stoff über einem Nylonsieb (30 µm) gewaschen und 1 Stunde bei 60°C, 2% Stoffdichte und 8% NaOH pro g Zellstoff extrahiert.

35 Nach erneuter Wäsche des Stoffes wird die Kappazahl bestimmt. Ergebnis vergl. Tabelle 1

Beispiel 4**Enzymatische Bleiche mit****2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin-4-carbonsäure und Softwood Sulfatzellstoff**

5

5 g atro Zellstoff (Softwood O₂ delignifiziert), Stoffdichte 30% (ca. 17 g feucht) werden zu folgenden Lösungen gegeben:

A) 20 ml Leitungswasser werden mit 69,1 mg

2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin-4-carbonsäure unter Rühren versetzt, der pH-Wert mit 0,5 mol/l H₂SO₄-Lsg. so eingestellt, daß nach Zugabe des Zellstoffs und des Enzyms pH 4,5 resultiert.

B) 5 ml Leitungswasser werden mit der Menge Laccase von *Trametes versicolor* versetzt, daß eine Aktivität von 15 U (1 U = Umsatz von 1 µmol ABTS/min/ml Enzym) pro g Zellstoff resultiert.

Die Lösungen A und B werden zusammen gegeben und auf 33 ml aufgefüllt.

Nach Zugabe des Zellstoffes wird für 2 min mit einem Teigknetter gemixt.

Danach wird der Stoff in eine auf 45°C vorgeheizte Reaktionsbombe gegeben und unter 1 - 10 bar Sauerstoffüberdruck für 1 - 4 Stunden inkubiert.

Danach wird der Stoff über einem Nylonsieb (30 µm) gewaschen und 1 Stunde bei 60°C, 2% Stoffdichte und 8% NaOH pro g Zellstoff extrahiert.

Nach erneuter Wäsche des Stoffes wird die Kappazahl bestimmt. Ergebnis vergl. Tabelle 1

Beispiel 5**Enzymatische Bleiche mit 2,6-Diamino-3-nitrosopyridin und Softwood Sulfatzellstoff**

5 g atro Zellstoff (Softwood O₂ delignifiziert), Stoffdichte 30% (ca. 17 g feucht) werden zu folgenden Lösungen gegeben:

A) 20 ml Leitungswasser werden mit 51,8 mg

2,6-Diamino-3-nitrosopyridin unter Rühren versetzt, der pH-Wert mit 0,5 mol/l H₂SO₄-Lsg. so eingestellt, daß nach Zugabe des Zellstoffs und des Enzyms pH 4,5 resultiert.

B) 5 ml Leitungswasser werden mit der Menge Laccase von *Trametes versicolor* versetzt, daß eine Aktivität von 15 U (1 U = Umsatz von 1 μ mol ABTS/min/ml Enzym) pro g Zellstoff resultiert.

- 5 Die Lösungen A und B werden zusammen gegeben und auf 33 ml aufgefüllt.

Nach Zugabe des Zellstoffes wird für 2 min mit einem Teigknetter gemixt.

- 10 Danach wird der Stoff in eine auf 45°C vorgeheizte Reaktionsbombe gegeben und unter 1 - 10 bar Sauerstoffüberdruck für 1 - 4 Stunden inkubiert.

Danach wird der Stoff über einem Nygonsieb (30 μ m) gewaschen und 1 Stunde bei 60°C, 2% Stoffdichte und 8% NaOH pro g Zellstoff extrahiert.

- 15 Nach erneuter Wäsche des Stoffes wird die Kappazahl bestimmt. Ergebnis vergl. Tabelle 1

Beispiel 6

- 20 **Enzymatische Bleiche mit 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin und Softwood Sulfatzellstoff**

5 g atro Zellstoff (Softwood O₂ delignifiziert), Stoffdichte 30% (ca. 17 g feucht) werden zu folgenden Lösungen gegeben:

- 25 A) 20 ml Leitungswasser werden mit 52,6 mg 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin unter Rühren versetzt, der pH-Wert mit 0,5 mol/l H₂SO₄-Lsg. so eingestellt, daß nach Zugabe des Zellstoffs und des Enzyms pH 4,5 resultiert.

- 30 B) 5 ml Leitungswasser werden mit der Menge Laccase von *Trametes versicolor* versetzt, daß eine Aktivität von 15 U (1 U = Umsatz von 1 μ mol ABTS/min/ml Enzym) pro g Zellstoff resultiert.

Die Lösungen A und B werden zusammen gegeben und auf 33 ml aufgefüllt.

- 35 Nach Zugabe des Zellstoffes wird für 2 min mit einem Teigknetter gemixt.

Danach wird der Stoff in eine auf 45°C vorgeheizte Reaktionsbombe gegeben und unter 1 - 10 bar Sauerstoffüberdruck für 1 - 4 Stunden inkubiert.

Danach wird der Stoff über einem Nylonsieb (30 µm) gewaschen
5 und 1 Stunde bei 60°C, 2% Stoffdichte und 8% NaOH pro g Zellstoff extrahiert.

Nach erneuter Wäsche des Stoffes wird die Kappazahl bestimmt.
Ergebnis vergl. Tabelle 1

10

Beispiel 7

Enzymatische Bleiche mit 2,4-Dihydroxy-3-nitrosochinolin und Softwood Sulfatzellstoff

15 5 g atro Zellstoff (Softwood O₂ delignifiziert), Stoffdichte 30% (ca. 17 g feucht) werden zu folgenden Lösungen gegeben:

A) 20 ml Leitungswasser werden mit 71,3 mg

2,4-Dihydroxy-3-nitrosochinolin unter Rühren versetzt, der pH-Wert mit 0,5 mol/l H₂SO₄-Lsg. so eingestellt, daß nach Zugabe

20 des Zellstoffs und des Enzyms pH 4,5 resultiert.

B) 5 ml Leitungswasser werden mit der Menge Laccase von *Trametes versicolor* versetzt, daß eine Aktivität von 15 U (1 U = Umsatz von 1 µmol ABTS/min/ml Enzym) pro g Zellstoff resultiert.

25 Die Lösungen A und B werden zusammen gegeben und auf 33 ml aufgefüllt.

Nach Zugabe des Zellstoffes wird für 2 min mit einem Teigknetter gemixt.

Danach wird der Stoff in eine auf 45°C vorgeheizte Reaktionsbombe gegeben und unter 1 - 10 bar Sauerstoffüberdruck für 1 - 4 Stunden inkubiert.

Danach wird der Stoff über einem Nylonsieb (30 µm) gewaschen und 1 Stunde bei 60°C, 2% Stoffdichte und 8% NaOH pro g Zellstoff extrahiert.

35 Nach erneuter Wäsche des Stoffes wird die Kappazahl bestimmt.
Ergebnis vergl. Tabelle 1

Tabelle 1

Ergebnisse Beispiel 1 bis 7: Enzymdosage jeweils 15 U/g Zellstoff, Inkubationszeit jeweils 2 h.

| | | | |
|----|--------------------------------|--------------------------|--------------------|
| 5 | Substanz | Mediator dosage | Ligninabbau |
| | | [mg/5g Zellstoff] | [%] |
| | 8-Hydroxy-5-nitrosochinolin | 65,3 | 11,6 |
| | 2,4-Dihydroxy-3-nitrosopyridin | 52,6 | 22,7 |
| 10 | 2-Mercapto-3-pyridinol | 47,7 | 13,4 |
| | 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin | | |
| | -4-carbonsäure | 69,1 | 15,1 |
| | 2,6-Diamino-3-nitrosopyridin | 51,8 | 9,4 |
| | 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin | 52,6 | 20,8 |
| 15 | 3-Nitrosochinolin-2,4-diol | 71,3 | 38,8 |

20

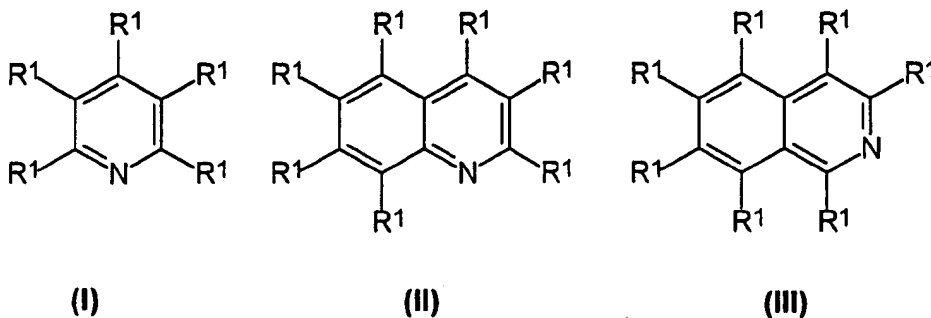
25

30

35

Patentansprüche:

1. Mehrkomponentensystem zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen enthaltend
- 5 a. ggf. mindestens einen Oxidationskatalysator und
 b. mindestens ein geeignetes Oxidationsmittel und
 c. mindestens einen Mediator, dadurch gekennzeichnet, daß der Mediator ausgewählt ist aus der Gruppe Hydroxypyridine, Amino-
 10 sochinoline, Aminoisochinoline, mit zu den Hydroxy- oder Aminogruppen ortho- oder para-ständigen Nitroso- oder Mercapto-substituenten, Tautomere der genannten Verbindungen sowie deren Salze, Ether und Ester.
- 15 2. Mehrkomponentensystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Mediator (Komponente c) mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der allgemeinen Formel (I), (II) oder (III)



- sowie deren Tautomere, Salze, Ether oder Ester vorhanden ist,
- 30 wobei in den Formeln (I), (II) oder (III) zwei zueinander ortho- oder para- ständige Reste R¹ Hydroxy- und Nitroso- oder Hydroxy- und Mercapto- oder Nitroso- und Aminorest bedeuten
- und die übrigen Reste R¹ gleich oder verschieden sind und ausgewählt sind aus der Gruppe Wasserstoff-, Halogen-, Hydroxy-,
 35 Mercapto-, Formyl-, Cyano-, Carbamoyl-, Carboxyrest, Ester und Salz des Carboxyrests, Sulfonorest, Ester und Salz des Sulfonorests, Sulfamoyl-, Nitro-, Nitroso-, Amino-, Phenyl-,

Aryl- C_1 - C_5 -alkyl-, C_1 - C_{12} -Alkyl-, C_1 - C_5 -Alkoxy-,
 C_1 - C_{10} -Carbonyl-, Carbonyl- C_1 - C_6 -alkyl-, Phospho-, Phosphono-,
 Phosphono-oxyrest, Ester und Salz des Phosphonooxyrests und
 wobei Carbamoyl-, Sulfamoyl-, Amino-, Mercapto- und Phenylre-
 5 ste unsubstituiert oder ein- oder mehrfach mit einem Rest R^2
 substituiert sein können und
 die Aryl- C_1 - C_5 -alkyl-, C_1 - C_{12} -Alkyl-, C_1 - C_5 -Alkoxy-,
 C_1 - C_{10} -Carbonyl-, Carbonyl- C_1 - C_6 -alkylreste gesättigt oder un-
 gesättigt, verzweigt oder unverzweigt sein können und mit ei-
 10 nem Rest R^2 ein- oder mehrfach substituiert sein können, wobei
 R^2 gleich oder verschieden ist und Hydroxy-, Formyl-, Cyano-,
 Carboxyrest, Ester oder Salz des Carboxyrests, Carbamoyl-,
 Sulfono-, Sulfamoyl-, Nitro-, Nitroso-, Amino-, Phenyl-,
 C_1 - C_5 -Alkyl-, C_1 - C_5 -Alkoxyrest oder C_1 - C_5 -Alkylcarbonylrest
 15 bedeutet und
 je zwei Reste R^1 oder zwei Reste R^2 oder R^1 und R^2 paarweise
 über eine Brücke $[-CR^3R^4-]_m$ mit m gleich 1, 2, 3 oder 4 ver-
 knüpft sein können und
 R^3 und R^4 gleich oder verschieden sind und Carboxyrest, Ester
 20 oder Salz des Carboxyrests, Phenyl-, C_1 - C_5 -Alkyl-,
 C_1 - C_5 -Alkoxyrest oder C_1 - C_5 -Alkylcarbonylrest bedeuten und
 eine oder mehrere nicht benachbarte Gruppen $[-CR^3R^4-]$ durch
 Sauerstoff, Schwefel oder einen ggf. mit C_1 - C_5 -Alkyl- substi-
 tuierten Iminorest und zwei benachbarte Gruppen $[-CR^3R^4-]$
 25 durch eine Gruppe $[-CR^3=R^4-]$ ersetzt sein können.

3. Mehrkomponentensystem gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2,
 dadurch gekennzeichnet, daß als Mediator mindestens eine Ver-
 bindung, ausgewählt aus der Gruppe

30 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin,
 2,3-Dihydroxy-4-nitrosopyridin,
 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin-4-carbonsäure,
 2,4-Dihydroxy-3-nitrosopyridin, 3-Hydroxy-2-mercaptopyridin,
 2-Hydroxy-3-mercaptopyridin, 2,6-Diamino-3-nitrosopyridin,
 35 2,6-Diamino-3-nitroso-pyridin-4-carbonsäure,
 2-Hydroxy-3-nitrosopyridin, 3-Hydroxy-2-nitrosopyridin,
 2-Mercapto-3-nitrosopyridin, 3-Mercapto-2-nitrosopyridin,
 2-Amino-3-nitrosopyridin, 3-Amino-2-nitrosopyridin,

2,4-Dihydroxy-3-nitrosochinolin, 8-Hydroxy-5-nitrosochinolin,
2,3-Dihydroxy-4-nitrosochinolin,
3-Hydroxy-4-nitrosoisochinolin,
4-Hydroxy-3-nitrosoisochinolin, 8-Hydroxy-5-nitrosoisochinolin
5 und Tautomere der genannten Verbindungen eingesetzt wird.

4. Mehrkomponentensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß als Mediator mindestens eine Ver-
bindung, ausgewählt aus der Gruppe

10 2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin,
2,3-Dihydroxy-4-nitrosopyridin,
2,6-Dihydroxy-3-nitrosopyridin-4-carbonsäure,
2,4-Dihydroxy-3-nitrosopyridin, 3-Hydroxy-2-mercaptopyridin,
2-Hydroxy-3-mercaptopyridin, 2,6-Diamino-3-nitrosopyridin,
15 2,6-Diamino-3-nitroso-pyridin-4-carbonsäure,
2-Hydroxy-3-nitrosopyridin, 3-Hydroxy-2-nitrosopyridin,
2-Mercapto-3-nitrosopyridin, 3-Mercapto-2-nitrosopyridin,
2-Amino-3-nitrosopyridin, 3-Amino-2-nitrosopyridin,
2,4-Dihydroxy-3-nitrosochinolin, 8-Hydroxy-5-nitrosochinolin,
20 2,3-Dihydroxy-4-nitrosochinolin,
3-Hydroxy-4-nitrosoisochinolin, 4-Hydroxy-3-nitrosoisochinolin
und 8-Hydroxy-5-nitrosoisochinolin und Tautomere dieser Ver-
bindungen eingesetzt wird.

25 5. Mehrkomponentensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß es mindestens einen Oxidationska-
talsator umfaßt.

6. Mehrkomponentensystem gemäß Anspruch 5, dadurch gekenn-
30 zeichnet, daß als Oxidationskatalysator Enzym eingesetzt wird.

7. Mehrkomponentensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß als Enzym Laccase eingesetzt wird.

35 8. Mehrkomponentensystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß als Oxidationsmittel Luft, Sauer-
stoff, Ozon, H_2O_2 , organische Peroxide, Persäuren wie die
Peressigsäure, Perameisensäure, Perschwefelsäure,

Persalpetersäure, Metachlorperoxibenzosäure, Perchlorsäure, Perborate, Peracetate, Persulfate, Peroxide oder Sauerstoffspezies und deren Radikale wie $\text{OH}\cdot$, $\text{OOH}\cdot$, Singulettstauerstoff, Superoxid ($\text{O}_2^{\cdot-}$), Ozonid, Dioxygenyl-Kation (O_2^+), Dioxirane, Dioxetane oder Fremy Radikale eingesetzt werden.

9. Verfahren zum Behandeln von Lignin, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen Komponenten a) bis c) wie in Anspruch 1 genannt gleichzeitig oder in beliebiger Reihenfolge mit einer wässrigen Suspension des ligninhaltigen Materials gemischt werden.

10. Verwendung von Mediatoren wie in Anspruch 1 als Komponente c genannt zum Verändern, Abbau oder Bleichen von Lignin, ligninhaltigen Materialien oder ähnlichen Stoffen.

20

25

30

35

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1/EP 97/06802

| | | |
|--|--|---|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 D21C9/10 D21C5/00 | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 D21C | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | EP 0 717 143 A (LIGNOZYM GMBH) 19 June 1996 see the whole document --- | 1,5-10 |
| A | WO 95 01426 A (NOVONORDISK AS) 12 January 1995 see the whole document ----- | 1,5-10 |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div> </div> | | |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div> | | |
| Date of the actual completion of the international search <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">8 April 1998</div> | | Date of mailing of the international search report <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">22/04/1998</div> |
| Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Authorized officer <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Bernardo Noriega, F</div> |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/06802

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0717143 A | 19-06-96 | AU 4535096 A | 03-07-96 |
| | | CA 2164394 A | 17-06-96 |
| | | CN 1142255 A | 05-02-97 |
| | | CZ 9602438 A | 15-01-97 |
| | | WO 9618770 A | 20-06-96 |
| | | EP 0745154 A | 04-12-96 |
| | | FI 963210 A | 16-08-96 |
| | | HU 76126 A | 30-06-97 |
| | | JP 9503257 T | 31-03-97 |
| | | NO 963410 A | 15-10-96 |
| | | PL 315913 A | 09-12-96 |
| | | SK 104096 A | 05-02-97 |
| WO 9501426 A | 12-01-95 | AU 681408 B | 28-08-97 |
| | | AU 6924594 A | 24-01-95 |
| | | BR 9406868 A | 26-03-96 |
| | | CA 2165283 A | 12-01-95 |
| | | CN 1126490 A | 10-07-96 |
| | | EP 0707637 A | 24-04-96 |
| | | FI 956329 A | 23-02-96 |
| | | JP 8511943 T | 17-12-96 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intr. Nationales Aktenzeichen

PC1/EP 97/06802

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 D21C9/10 D21C5/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 D21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | EP 0 717 143 A (LIGNOZYM GMBH) 19. Juni 1996 siehe das ganze Dokument | 1,5-10 |
| A | WO 95 01426 A (NOVONORDISK AS) 12. Januar 1995 siehe das ganze Dokument | 1,5-10 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. April 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/04/1998

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bernardo Noriega, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PC 1/EP 97/06802

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0717143 A | 19-06-96 | AU 4535096 A | 03-07-96 |
| | | CA 2164394 A | 17-06-96 |
| | | CN 1142255 A | 05-02-97 |
| | | CZ 9602438 A | 15-01-97 |
| | | WO 9618770 A | 20-06-96 |
| | | EP 0745154 A | 04-12-96 |
| | | FI 963210 A | 16-08-96 |
| | | HU 76126 A | 30-06-97 |
| | | JP 9503257 T | 31-03-97 |
| | | NO 963410 A | 15-10-96 |
| | | PL 315913 A | 09-12-96 |
| | | SK 104096 A | 05-02-97 |
| WO 9501426 A | 12-01-95 | AU 681408 B | 28-08-97 |
| | | AU 6924594 A | 24-01-95 |
| | | BR 9406868 A | 26-03-96 |
| | | CA 2165283 A | 12-01-95 |
| | | CN 1126490 A | 10-07-96 |
| | | EP 0707637 A | 24-04-96 |
| | | FI 956329 A | 23-02-96 |
| | | JP 8511943 T | 17-12-96 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.